

PA25) 환원황화합물의 분포특성 - 2001년 황사기간 중 제주고산지역

The distribution characteristics of reduced S compounds at Kosan during the Asian Dust 2001

^{1,2)}김기현 · ³⁾Hilton Swan · ¹⁾양규승 · ⁴⁾김지영 · ⁵⁾손장호 · ⁶⁾이강웅 · ⁷⁾강창희

¹⁾세종대학교 지구정보학과, ²⁾경희대 환경연구센터, ³⁾Australian Government
Analytical Laboratories, ⁴⁾기상 연구소, ⁵⁾동의대학교, ⁶⁾외국어대학교,
⁷⁾제주대 화학과

1. 서 론

지난 수십여년간 대기권의 변화와 기후환경의 관계 등을 체계적으로 이해하기 위한 노력의 일환으로, 환원황화합물에 대한 연구가 꾸준히 이루어져 왔다. 대기 중에 존재하는 황화합물 중에는 인위적으로 배출되는 부분과 마찬가지로, 자연적으로 배출되는 황화합물이 동시에 존재한다. 인위적으로 생성·배출되는 황의 경우 사람들의 산업활동에 의해 주로 발생하는 이산화황(SO₂)의 중요성이 잘 알려져 있다. 이에 반해, 자연적으로 생성·배출되는 황화합물로는 주로 해양환경에서 쉽게 발견되는 중메틸황(DMS), CS₂, H₂S, COS, DMDS, MeSH 등으로 대표된다. 자연적인 황화합물의 발생은 여러 가지 경로를 통해서 이루어진다. 특히, 양적인 면에서 이들의 절대적인 부분을 차지하는 DMS와 같은 성분은 식물성 플랑크톤들에 의해 직접적으로 방출되는 경우도 있고 동물성 플랑크톤에 의해 포획되는 과정에서도 분해·방출될 수 있는 것으로 밝혀지고 있다.

본 연구에서는 동아시아 전역에 위치한 여러 관측점들을 중심으로 에어로졸의 생성과 분포 특성 등을 규명하기 위해 국제적 규모로 진행되는 ACE-ASIA 연구사업과 연계하여, 제주의 고산지점을 기점으로 DMS를 위시한 환원황화합물의 분포특성을 이러한 연구목적의 달성하기 위해 2001년 4월 기간동안 이들 성분에 대한 연속 관측사업을 수행하였다. 본 연구 기간 중 확보한 DMS와 CS₂를 위시한 환원황화합물 및 주요 기상인자에 대한 세부적인 분석을 실시하고, 이를 토대로 이들 성분의 농도분포특성을 정의하고 농도분포에 영향을 미치는 여러 요인들을 면밀하게 고찰하였다.

2. 연구방법

본 연구가 이루어진 제주 고산지역은 제주의 서측에 위치한 지점으로서 기상청에서 운영하는 제주고층기상관측대 등이 위치하여, 여러 가지 과학적 연구를 수행하기에 훌륭한 입지적 조건을 갖추고 있다.

국내에서 아직까지 대기 중 황화합물의 분석에서 PFPD 방식의 활용결과를 발견하기 쉽지 않기 때문에, 이 방식을 간략하게 소개하면 다음과 같다. 방식과 연계한 GC 분석법은 비교적 최근에 개발된 분석방식으로 기존의 FPD 방식이 지닌 검출한계의 제한성 등 여러 가지 문제점을 극복한 시스템으로 잘 알려져 있다. 그 외에도 이와 같은 장비는 고가의 Sulfur Chemoluminescence Detector (SCD)에 근사한 수준의 검출효과를 갖은 반면, 현장응용에 적합하게 작은 부피를 유지한다는 점이 장점으로 알려지고 있다. 본 연구에 활용된 PFPD 분석방식은 DMS의 경우, 0.02 ng 수준의 검출한계를 유지하였다. (현장 분석시 시료의 유입량이 약 4 liter에 가까운 수준인 것을 감안하면, 실제 현장분석에서 약 2 ppt에 가까운 검출한계를 유지하였다고 할 수 있다.

3. 결과 및 토론

본 연구는 ACE-ASIA의 intensive study기간으로 설정된 4월 5일~26일을 택하여 실시하였다. DMS의 농도분포 특성을 체계적으로 규명하기 위해 하나의 보조적인 지표로서 CS₂의 농도분포에 대한 경향성도 동시에 분석하였다. 연구기간동안 발견된 DMS의 농도범위는 검출한계에서 107pptv이고 CS₂의 농도범위는 검출한계에서 110 pptv로 발견되었다 (이때 검출한계 이하인 농도는 단순히 0 pptv로 간주하였다).

DMS와 CS₂의 농도는 전체 연구기간동안 상당히 다양한 범위에서 농도분포의 변화를 보여 주었는데, DMS 4월 24일 19시에 최고농도인 107 pptv를 기록하였다. 반면 CS₂는 4월 14일 9시에 110 pptv의 최고 농도를 보여 주었다. 그런데 이렇게 관측된 CS₂의 최고 농도치는, DMS의 경우와 달리 전체 자료의 분포경향에 대한 해석을 왜곡할 정도로 유난히 두드러진 특성을 보였다. 따라서 CS₂ 자료의 분석은 이 농도치를 제외한 상태에서 이루어졌다. DMS와 CS₂의 농도분포는 전체 연구기간동안 3가지 상이한 분포특성을 보여준다. 우선 편의상, (1) 연구의 전반기 시점인 4월 5일 (JD=95)부터 4월 18일 (JD=109) 기간, (2) 4월 19일 (JD=109.375)에서 4월 22일 (JD=113)까지의 중반기, (3) 4월 23일 (JD=113.375)에서 종료일인 4월 26일 (JD=116.917)까지를 후반기로 구분해 보았다. 전반기의 경우, 양자간에 대단히 유사한 분포 경향이 나타났다. 그러나 중반기의 경우 DMS와 CS₂의 농도분포간에는 농도 증감의 성향이 어느 정도 확인되었다. 예를 들어, DMS의 농도가 증가하면 CS₂는 감소하고 DMS의 농도가 감소하게 되면 CS₂는 증가하는 양상이 나타났다. 이 기간대의 특징은 전반기에 비해 DMS가 일정 수준 농도가 상승된 반면, CS₂가 일정 수준 농도가 상승된 반면, CS₂의 농도는 두 배 이상 현저하게 감소되었다. 후반기엔 다시 DMS와 CS₂가 유사한 분포를 보이는 경향성을 회복하였다. 그러나 전반기와 비교해 볼 때, 양성분의 농도크기 차가 7.6배에 달할 정도로 DMS와 CS₂의 평균값이 확연하게 구분되었다.